

DOCKET NO.: 255494US2PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Christian BATAILLE  
SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION  
FILED: HEREWITH  
INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/FR03/00759  
INTERNATIONAL FILING DATE: March 10, 2003  
FOR: ELECTRIC DEVICE WITH PIEZOELECTRIC-DRIVEN ACTUATOR

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

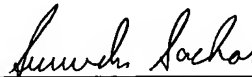
Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
France	02 03522	19 March 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/FR03/00759. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



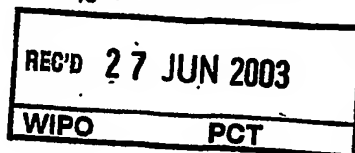
Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

26 JUL 2004



# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 11 JUIN 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 540 VI / 260399

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>19 MARS 2002</b> LIEU <b>99</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>19 MARS 2002</b> <b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif) D 1829		<b>1</b> NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SA Service Propriété Industrielle 89, boulevard Franklin Roosevelt B.P. 50602 92506 RUEIL MALMAISON	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input checked="" type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie <b>1216</b>			
<b>2</b> NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
<b>3</b> TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)  APPAREIL ELECTRIQUE A ACTIONNEUR PIEZOELECTRIQUE PILOTE.			
<b>4</b> DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »	
<b>5</b> DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé « Suite »	
Nom ou dénomination sociale		SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SA	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		9 . 5 . 4 . 5 . 0 . 3 . 4 . 3 . 9	
Code APE-NAF		3 . 1 . 2 . A	
Adresse	Rue	89, boulevard Franklin Roosevelt	
	Code postal et ville	92500	RUEIL MALMAISON
Pays		France	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE <b>19 MARS 2002</b> LIEU <b>99</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0203522</b>		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 160550	
<b>Vos références pour ce dossier :</b> (facultatif)			D 1829		
<b>1 MANDATAIRE</b>					
Nom					
Prénom					
Cabinet ou Société					
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel					
Adresse		Rue			
		Code postal et ville			
N° de téléphone (facultatif)					
N° de télécopie (facultatif)					
Adresse électronique (facultatif)					
<b>2 INVENTEUR (S)</b>					
Les inventeurs sont les demandeurs			<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
<b>3 RAPPORT DE RECHERCHE</b>			Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé			<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
Paiement échelonné de la redevance			Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non		
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>			Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)  Th. Dufresne Ingénieur Propriété Industrielle			<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b>  L. GOICHET		

La présente invention se rapporte à un appareil électrique interrupteur de puissance, monopolaire ou multipolaire, de type relais, contacteur ou contacteur/disjoncteur, dont les mouvements de fermeture et d'ouverture entre contacts mobiles et contacts fixes sont effectués par un actionneur d'approche et un actionneur d'effort. L'invention concerne également un procédé de fermeture et d'ouverture des contacts d'un tel appareil interrupteur.

Un appareil électrique interrupteur de type relais, contacteur ou contacteur/disjoncteur est un appareil usuellement utilisé pour effectuer la commutation électrique d'une charge de puissance, comme par exemple un moteur. Pour cela, il comporte habituellement, pour chaque pôle de puissance, un pont mobile entraîné par un actionneur constitué généralement d'un électroaimant commun aux différents pôles et muni d'un ressort de rappel. Le pont mobile porte un contact mobile en simple coupure, ou deux contacts mobiles en double coupure, coopérant avec un, respectivement deux, contact(s) fixe(s), de façon à interrompre ou assurer le passage du courant électrique dans les pôles de puissance. De plus, pour obtenir une pression de contact satisfaisante, on utilise habituellement des ressorts de pression de contacts agissant sur les contacts mobiles.

La commande de l'actionneur peut provenir d'un ordre manuel d'un opérateur ou d'un ordre émis par un automatisme de commande. L'instant d'apparition de ces ordres est alors évidemment désynchronisé de l'intensité du courant passant dans les différents pôles de puissance de l'appareil interrupteur à cet instant. Donc, lors du mouvement d'ouverture correspondant à la séparation entre les contacts fixes et mobiles, un courant électrique important peut circuler dans les pôles créant ainsi, de façon connue, un arc électrique de coupure entre les contacts fixes et mobiles. Cet arc de coupure nécessite une chambre de coupure dans l'appareil et accélère à terme l'usure des pastilles de contacts déposées sur les contacts fixes et mobiles. Pour atténuer cet inconvénient, l'électroaimant comporte par exemple un organe de rappel, tel qu'un ressort de rappel, suffisamment important pour avoir une séparation la plus rapide possible entre contacts fixes et mobiles. Cependant, lors du mouvement inverse de fermeture correspondant au rapprochement entre les contacts fixes et mobiles, il faut alors vaincre cet effort de rappel ce qui nécessite de renforcer la taille et la puissance de l'électroaimant.

Un premier but de l'invention est de pouvoir assurer la coupure entre les contacts fixes et mobiles des pôles d'un appareil interrupteur au moment où le courant électrique alternatif circulant dans ces pôles est pratiquement nul. On réduira ainsi l'arc électrique généré à la coupure ce qui diminuera avantageusement l'usure des pastilles de contacts. Cela se traduira aussi par une diminution des manifestations extérieures des coupures et une simplification de la chambre de coupure.

Un deuxième but de l'invention est de pouvoir supprimer les organes de rappel mécaniques existants dans un tel appareil interrupteur. Ceci permettra de réduire avantageusement la taille des actionneurs pour un courant nominal donné. On obtiendra alors un appareil interrupteur de taille plus réduite, plus simple de conception, consommant moins d'énergie et dont les contacts s'useront moins rapidement.

Pour cela, l'invention décrit un appareil électrique interrupteur servant à la commutation d'une charge et comprenant un ou plusieurs pôles de puissance, chaque pôle comportant un pont mobile muni d'au moins un contact mobile qui coopère avec au moins un contact fixe du pôle entre des positions ouverte et fermée. L'appareil interrupteur comporte un actionneur d'approche agissant sur le(s) pont(s) mobile(s) de l'appareil interrupteur de façon à permettre l'éloignement et le rapprochement entre contacts mobiles et contacts fixes. Chaque pôle comporte un actionneur d'effort permettant l'établissement de la pression de contact ou la coupure de contact entre le ou les contacts mobiles du pont mobile et le ou les contacts fixes du pôle, sans l'aide d'organe de rappel mécanique.

Selon une caractéristique, l'actionneur d'approche est constitué par un actionneur linéaire électromagnétique à commande électrique ou par un actionneur de type Voice Coil.

Selon une autre caractéristique, l'actionneur d'effort d'un pôle comporte au moins un élément piézoélectrique agissant sur le(s) contact(s) fixe(s) du pôle.

Selon une autre caractéristique, l'appareil interrupteur comprend des moyens de mesure du courant circulant dans le ou les pôles reliés à une unité de commande électronique capable de piloter le ou les actionneurs d'approche et le ou les actionneurs d'effort. Grâce à des moyens de détermination de position, cette unité de commande permettra une meilleure maîtrise de la dynamique (position, vitesse, effort) pour un fonctionnement optimal de l'appareil interrupteur : suppression des rebonds,

pression de contact régulée en fonction du courant circulant dans le pôle, diagnostic de l'usure des pastilles.

L'invention concerne également un procédé de commutation d'un pôle dans un appareil électrique interrupteur. Le procédé se caractérise par le fait que le mouvement de fermeture des contacts comprend une étape d'approche permettant le rapprochement du pont mobile vers le ou les contacts fixes à l'aide d'un actionneur d'approche et comprend une étape de contact permettant l'établissement d'une pression de contact entre contacts mobiles et contacts fixes du pôle à l'aide d'un actionneur d'effort. Le procédé se caractérise aussi par le fait que le mouvement d'ouverture des contacts comprend une étape de coupure permettant la séparation entre contacts mobiles et contacts fixes du pôle à l'aide de l'actionneur d'effort et comprend une étape d'éloignement du pont mobile à l'aide de l'actionneur d'approche. Pour éviter la présence d'arc électrique au niveau du pôle, l'étape de coupure n'est effectuée que lorsque le courant électrique circulant dans le pôle est inférieur à un seuil prédéterminé, juste avant le passage au zéro de courant.

D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente un exemple simplifié de réalisation d'un pôle de contacts double coupure dans un appareil interrupteur selon l'invention, en position ouverte,
- la figure 2 montre l'exemple de la figure 1 après l'étape d'approche,
- la figure 3 montre l'exemple de la figure 1 en position fermée,
- la figure 4 représente un deuxième exemple de réalisation d'un pôle de contacts double coupure,
- la figure 5 représente un exemple de réalisation d'un pôle de contacts simple coupure,
- la figure 6 détaille un schéma fonctionnel de commande des actionneurs d'un appareil interrupteur selon l'invention.

Un appareil électrique interrupteur de puissance, de type relais, contacteur ou contacteur/disjoncteur comporte un ou plusieurs pôles de puissance. Il est chargé de commander électriquement une charge électrique, comme un moteur, une résistance ou autres. Dans l'exemple de la figure 6, l'appareil interrupteur comporte trois pôles de puissance correspondant aux trois phases L1,L2,L3 d'un courant alternatif, pour la commande d'un moteur M.

En référence aux figures 1 à 3, un pôle de puissance dispose d'un pont mobile 30 qui porte deux contacts mobiles 31a,31b reliés électriquement entre eux. Le pôle comprend deux conducteurs de puissance 40a,40b, le conducteur 40a correspondant, par exemple, à un conducteur amont et le conducteur 40b correspondant à un conducteur aval de l'appareil interrupteur. Ces deux conducteurs 40a,40b portent chacun à leur extrémité un contact fixe respectivement 41a,41b qui viennent en contact avec un des contacts mobiles respectivement 31a,31b, lorsque le pont mobile 30 est dans une position fermée permettant la circulation d'un courant électrique entre les conducteurs amont 40a et aval 40b. Il est connu que l'extrémité des conducteurs amont 40a et aval 40b puisse former une boucle de façon à diminuer la répulsion des contacts en cas de courant de forte intensité.

Le pont mobile 30 est solidaire d'un organe mécanique 23, tel qu'un doigt, un poussoir ou autre, qui est lui-même entraîné mécaniquement par la partie mobile 21 d'un actionneur d'approche 20. Les détails d'une telle liaison mécanique sont classiques dans des contacteurs ou contacteurs/disjoncteurs et ne sont donc pas représentés dans les figures du présent document. L'actionneur d'approche 20 est chargé d'effectuer les mouvements de la course d'approche et de la course d'éloignement du pont mobile, entre la position ouverte (voir figure 1) et une position intermédiaire (voir figure 2) où les contacts fixes 41a,41b et mobiles 31a,31b sont proches mais séparés les uns des autres, comme détaillé ci-après.

Chaque pôle de puissance comporte également un actionneur d'effort 42, chargé d'effectuer les mouvements de la course d'écrasement des contacts, c'est-à-dire chargé d'établir la pression de contact ou la coupure entre les contacts fixes 41a,41b et mobiles 31a,31b du pôle, entre la position intermédiaire (voir figure 2) et la position fermée (voir figure 3), comme détaillé ci-après. Selon une caractéristique de l'invention, l'actionneur d'effort 42 est constitué par un ou plusieurs éléments piézoélectriques 42a,42b,42' déformables.



Les éléments piézoélectriques sont déjà connus et possèdent la particularité de se déformer en augmentant légèrement de volume, sous l'action d'une tension électrique. Cette déformation est proportionnelle à la valeur de la tension qui leur est appliquée et est réversible lorsque la tension disparaît. De tels éléments sont donc

5 bistables et ne nécessitent pas d'organe de rappel mécanique pour revenir en position initiale. Ils ont l'avantage de ne consommer que très peu de courant, mais d'engendrer néanmoins une force élevée lors de leur augmentation de volume dans un temps de réponse très rapide. De plus, ils évitent d'utiliser des pièces en mouvement et n'engendrent donc pas d'usure.

10

Dans une première variante représentée aux figures 1 à 3, un pôle de puissance comporte deux éléments piézoélectriques 42a, respectivement 42b, sont placés entre un socle fixe de l'appareil interrupteur et l'extrémité des conducteurs de puissance 40a, respectivement 40b, portant les deux contacts fixes 41a,

15 respectivement 41b. Si on leur applique une tension électrique, les éléments piézoélectriques 42a, 42b vont augmenter de volume créant ainsi des forces  $F_{2a}$ ,  $F_{2b}$  (voir figure 3) qui vont provoquer une légère déformation de la boucle faite par les conducteurs métalliques 40a, 40b et donc un déplacement des contacts fixes 41a, 41b en direction des contacts mobiles 31a, 31b. Si le pont mobile 30 est dans la position

20 intermédiaire de la figure 2, ce déplacement va alors être suffisant pour que les contacts fixes 41a, 41b viennent se plaquer et exercer une pression sur les contacts mobiles 31a, 31b pour donner la position fermée de la figure 3. Typiquement, l'ordre de grandeur du déplacement ainsi provoqué est inférieur ou égal à 1 mm. Quand la tension appliquée aux éléments piézoélectriques 42a, 42b disparaît, ceux-ci reprennent

25 leur forme initiale ce qui entraîne une disparition des forces  $F_{2a}$ ,  $F_{2b}$  et donc une séparation des contacts fixes et mobiles et un retour à la position intermédiaire de la figure 2.

Dans une seconde variante représentée à la figure 4, les éléments piézoélectriques 42a, 42b sont positionnés sur le pont mobile 30 et agissent sur les

30 contacts mobiles 31a, 31b. Le pont mobile 30 peut comporter un conducteur métallique 33 reliant les contacts mobiles 31a, 31b entre eux. Ce conducteur 33 est suffisamment souple pour que, lorsqu'une tension est appliquée aux éléments piézoélectriques 42a, 42b, leur augmentation de volume puisse générer une légère déformation du conducteur 33 et donc un mouvement des contacts mobiles 31a, 31b vers les contacts

fixes 41a,41b. Cependant, cette variante conduit à une augmentation du poids total du pont mobile 30.

Préférentiellement, l'appareil interrupteur comporte un seul actionneur d'approche 20 pour l'ensemble des pôles. La partie mobile 21 de cet actionneur 20 entraîne donc l'ensemble des organes mécaniques 23 des différents pôles. Suivant un autre mode de réalisation, l'appareil interrupteur pourrait comporter un actionneur d'approche 20 distinct pour chaque pôle. Cette seconde solution serait plus souple d'utilisation, chaque pôle pouvant être alors commandé individuellement par des actionneurs plus petits, bien que pouvant être plus encombrante.

L'actionneur d'approche 20 est un actionneur électromagnétique à commande électrique, par exemple un électroaimant linéaire bistable. Dans ce cas, la partie mobile de l'actionneur est un noyau mobile 21, tel qu'un noyau plongeur en matériau magnétique, entouré d'une carcasse fixe 22 portant un bobinage parcouru par un courant de commande. L'actionneur d'approche 20 agit sur les ponts mobiles 30 (ou sur le pont mobile 30 s'il existe un actionneur d'approche par pôle ou si l'appareil interrupteur ne comporte qu'un pôle), de façon à permettre l'éloignement et le rapprochement entre les contacts fixes et les contacts mobiles. Quand le bobinage de la carcasse fixe 22 reçoit une commande d'éloignement, le noyau mobile 21 se déplace vers une position d'éloignement, correspondant à la position ouverte des contacts de pôles telle que représentée en figure 1. Quand le bobinage de la carcasse fixe 22 est parcouru par un courant de commande correspondant à la commande d'approche, cela engendre une force électromagnétique  $F_1$  sur le noyau mobile 21 qui se déplace alors vers une position d'approche, correspondant à la position intermédiaire des contacts de pôles telle que représentée en figure 2. Dans cette position intermédiaire, les contacts fixes et mobiles sont proches les uns des autres mais ne se touchent pas.

Selon l'invention, l'actionneur d'approche 20 peut également être un actionneur linéaire de type Voice Coil dans lequel le noyau mobile comporte une bobine, parcourue par un courant de commande, qui se déplace à l'intérieur d'une culasse fixe comportant un aimant permanent. Un tel actionneur possède en effet un temps de réponse faible et une dynamique très rapide intéressante dans la présente application. Enfin, on pourrait aussi envisager un électroaimant rotatif muni d'un

mécanisme classique permettant de transformer un mouvement rotatif en mouvement linéaire.

Avantageusement, l'actionneur d'approche 20 ne nécessite donc pas l'emploi d'organes de rappel, du type ressort de rappel, pour ramener le noyau mobile 21 dans une position initiale déterminée. L'actionneur 20 est régulé en vitesse et en position  
5 par une unité de commande 10 de manière à obtenir une course d'approche rapide et un positionnement stable. Cette régulation en position est particulièrement importante pour maintenir le pont mobile 30 en position fermée, car lorsque les éléments piézoélectriques 42a,42b génèrent les forces  $F_{2a}$ ,  $F_{2b}$ , il faut obligatoirement que ces  
10 forces  $F_{2a}$ ,  $F_{2b}$  soient compensées par la force  $F_1$  générée par l'actionneur d'approche 20 pour maintenir une bonne pression entre contacts fixes et mobiles.

En référence à la figure 6, l'appareil interrupteur comporte une unité de commande électronique 10 qui est dotée d'une unité de traitement, comme un  
15 microprocesseur ou un microcontrôleur, et d'une mémoire, et qui est reliée à des moyens de mesure de courant 11 de l'appareil interrupteur, tels que des capteurs de courant, capables de délivrer des signaux proportionnels aux courants circulant dans les phases L1, L2, L3. L'unité de commande 10 reçoit également un ordre de pilotage extérieur 12 de fermeture ou d'ouverture qui est issu soit directement d'une commande  
20 utilisateur, soit d'un ordre provenant d'un automatisme par exemple. En fonction de ces informations, l'unité de commande 10 est capable d'envoyer des commandes appropriées à l'actionneur d'approche 20 et aux actionneurs d'effort 42 des différents pôles.

Par ailleurs, l'unité de commande 10 doit être en mesure de connaître en  
25 temps réel la position du noyau mobile 21 pour être capable de réguler en position et en vitesse la position de l'actionneur d'approche 20. Pour cela, l'unité de commande 10 comporte des moyens de détermination de position du noyau mobile 21. Dans le cas d'un actionneur d'approche 20 de type Voice Coil ayant peu de variation de réluctance, ces moyens de détermination de position comprennent par exemple un  
30 capteur de position du noyau mobile 21 renvoyant une information de position à l'unité de commande 10. Dans le cas d'un actionneur d'approche 20 de type électroaimant linéaire bistable, l'unité de commande 10 ne comporte pas nécessairement de capteur de position car elle est capable d'estimer cette position du noyau mobile 21 à partir des mesures de la tension et du courant circulant dans la bobine et d'un calcul de la

variation d'inductance liée à la variation d'entrefer, comme indiqué dans le document FR0200952.

En partant d'une situation initiale où les contacts sont en position ouverte, la  
5 commutation d'un pôle se déroule suivant le procédé suivant :

Lorsque l'unité de commande 10 reçoit un ordre de pilotage 12 ordonnant la fermeture des contacts, le procédé de commutation d'un pôle comporte une étape d'approche dans laquelle l'unité de commande 10 envoie une commande d'approche à l'actionneur d'approche 20. La force électromagnétique  $F1$  résultante provoque un  
10 déplacement du noyau mobile 21 vers la position intermédiaire. Le procédé de commutation d'un pôle comporte également une étape de contact dans laquelle l'unité de commande 10 envoie une commande d'effort à l'actionneur d'effort 42 du pôle. Sous l'effet de cette commande d'effort, les éléments 42a, respectivement 42b, de l'actionneur d'effort 42 reçoivent une tension entraînant une augmentation de leur  
15 volume et créant une force  $F2a$ , respectivement  $F2b$ , sur les contacts fixes 41a, respectivement 41b, suffisante pour effectuer la course d'écrasement des contacts et venir plaquer les contacts fixes 41a, respectivement 41b, contre les contacts mobiles 31a, respectivement 31b. Durant cette étape de contact, comme les forces  $F2a, F2b$  et la force  $F1$  sont en opposition, l'unité de commande 10 doit équilibrer les différentes  
20 forces en régulant la position du noyau mobile 21 pour éviter qu'il ne se déplace sous l'action des forces  $F2a, F2b$  de façon à assurer une pression de contact satisfaisante. Indifféremment, l'étape d'approche et l'étape de contact peuvent se dérouler séquentiellement ou simultanément.

Dans la position intermédiaire transitoire, les contacts fixes et mobiles sont  
25 donc suffisamment éloignés pour ne pas permettre l'établissement d'un courant électrique entre eux mais sont suffisamment rapprochés pour que le faible déplacement provoqué durant l'étape de contact vienne plaquer les contacts fixes contre les contacts mobiles.

30 A la fermeture des contacts on pourrait de plus créer des fonctions de diagnostic sur l'usure des pastilles de contacts, lorsque l'on dispose d'un actionneur d'approche par pôle. Quand l'actionneur d'approche déclenche un mouvement de fermeture à vitesse stable, on détecte grâce aux capteurs de courant 11 l'instant où le

courant s'établit dans la phase correspondant au pôle. En suivant l'évolution de cet instant dans le temps, on est alors capable de connaître l'évolution de l'usure des pastilles de contacts.

- 5            Inversement, en partant d'une situation initiale où les contacts sont en position fermée, la commutation d'un pôle se déroule suivant le procédé suivant :

10           Lorsque l'unité de commande 10 reçoit un ordre de pilotage 12 ordonnant l'ouverture des contacts, le procédé de commutation d'un pôle comporte d'abord une étape de coupure dans laquelle l'unité de commande 10 supprime la commande d'effort envoyée à l'actionneur d'effort 42 du pôle. La disparition de la tension appliquée aux éléments 42a, respectivement 42b, de l'actionneur d'effort 42 va engendrer un retour à leur forme initiale, entraînant ainsi la séparation entre les contacts fixes 41a, respectivement 41b, et les contacts mobiles 31a, respectivement 31b, et leur retour en position intermédiaire. Une fois cette étape de coupure effectuée, 15 le procédé de commutation d'un pôle comporte une étape d'éloignement durant laquelle l'unité de commande 10 envoie une commande d'éloignement à l'actionneur d'approche 20. Cette commande d'éloignement provoque le déplacement du noyau mobile 21 vers la position d'éloignement, emmenant le(s) pont(s) mobile(s) 30 afin d'aboutir à la position ouverte des contacts.

- 20           Avantagusement, l'étape de coupure est effectuée indépendamment pôle par pôle, au moment précis du passage du courant par zéro, c'est-à-dire quand pratiquement aucun courant ne circule dans les pôles de puissance. Pour cela, l'unité de commande 10 utilise les signaux provenant des capteurs de courant 11 et proportionnels aux courants circulant dans les phases L1, L2, L3. Pour supprimer la 25 commande d'effort envoyée à l'actionneur d'effort 42 d'un pôle, l'unité de commande 10 vérifie que l'intensité du courant circulant dans la phase correspondant à ce pôle est inférieure à un seuil maximum prédéterminé, proche de zéro. En contrôlant ainsi la quasi absence de courant dans le pôle, on s'assure ainsi que la séparation entre les contacts fixes et mobiles de ce pôle ne générera pas ou très peu d'arc électrique.
- 30           Compte tenu du déphasage existant entre les courants des pôles de l'appareil interrupteur, le passage du courant par zéro n'est pas simultané et la suppression de la commande d'effort sur les différents pôles surviendra donc à des instants distincts, ce qui justifie l'intérêt d'avoir des actionneurs d'effort distincts par pôle. On peut ainsi garantir que la coupure des contacts de l'appareil interrupteur n'engendrera pas ou

très peu d'arc électrique de coupure. L'étape d'éloignement n'est ensuite engagée uniquement lorsque l'étape de coupure dans l'ensemble des pôles de l'appareil interrupteur aura eu lieu.

- 5            Par ailleurs, le pilotage des actionneurs par l'unité de commande 10 présente l'avantage de pouvoir adapter le niveau de commande des actionneurs en fonction des courants circulant dans les phases. Si un courant élevé, par exemple un courant transitoire élevé ou un courant proche du court-circuit, est mesuré par les capteurs de courant 11 dans une ou plusieurs phases, l'unité de commande 10 est alors capable
- 10 d'accentuer les commandes des actionneurs d'effort et de réguler la position de l'actionneur d'approche pour maintenir une bonne pression de contact dans les pôles.

- Dans la variante simple coupure de la figure 5; chaque pôle de l'appareil interrupteur ne comporte qu'un contact mobile 31' placé à une extrémité d'un pont
- 15 mobile 30' et coopérant avec un contact fixe 41' placé sur un conducteur fixe 40', par exemple aval. L'autre extrémité du pont mobile 30' est articulée avec un conducteur fixe 33', par exemple amont. Un actionneur d'effort 42', de type piézoélectrique, est disposé entre un socle fixe de l'appareil interrupteur et le conducteur fixe 40' de façon à permettre l'établissement de la pression de contact entre le contact fixe 41' et le
- 20 contact mobile 31', lorsqu'une tension est appliquée à l'élément piézoélectrique 42'. Le pont mobile 30' est lié avec la partie mobile 21' d'un actionneur d'approche 20' par l'intermédiaire d'un organe mécanique 23'. Le fonctionnement de cette variante est équivalent à celui décrit précédemment.

- 25            Il est bien entendu que l'on peut, sans sortir du cadre de l'invention, imaginer d'autres variantes et perfectionnements de détail et de même envisager l'emploi de moyens équivalents.

## REVENDEICATIONS

- 5 1. Appareil électrique interrupteur servant à la commutation d'une charge électrique et comprenant un ou plusieurs pôles de puissance, chaque pôle comportant un pont mobile (30) muni d'au moins un contact mobile (31a,31b) qui coopère avec au moins un contact fixe (41a,41b) du pôle entre des positions ouverte et fermée, caractérisé par le fait que :
- l'appareil interrupteur comporte un actionneur d'approche (20) agissant sur le(s) pont(s) mobile(s) (30) de l'appareil interrupteur de façon à permettre l'éloignement et le rapprochement entre le ou les contacts mobiles (31a,31b) du pont mobile (30) et le ou les contacts fixes (41a,41b),
  - chaque pôle comporte un actionneur d'effort (42) permettant l'établissement de la pression de contact ou la coupure de contact entre le ou les contacts mobiles (31a,31b) du pont mobile (30) et le ou les contacts fixes (41a,41b) du pôle, sans l'aide d'organe de rappel mécanique.
- 10 2. Appareil électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'actionneur d'approche (20) est un actionneur linéaire électromagnétique bistable à commande électrique.
- 15 3. Appareil électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'actionneur d'approche (20) est un actionneur de type Voice Coil.
- 20 4. Appareil électrique selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait qu'il comporte un actionneur d'approche (20) distinct par pôle agissant sur le pont mobile (30) de chaque pôle.
- 25 5. Appareil électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'actionneur d'effort (42) d'un pôle comporte au moins un élément piézoélectrique (42a,42b) agissant sur le(s) contact(s) fixe(s) (41a,41b) du pôle.
6. Appareil électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que l'actionneur d'effort (42) d'un pôle comporte au moins un élément piézoélectrique (42a,42b) agissant sur le(s) contact(s) mobile(s) (31a,31b) du pont mobile (30).

7. Appareil électrique selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend des moyens de mesure (11) du courant circulant dans le ou les pôles reliés à une unité de commande électronique (10) capable de piloter le ou les actionneurs d'approche (20) et le ou les actionneurs d'effort (42).

5           8. Appareil électrique selon la revendication 7, caractérisé par le fait que l'unité de commande électronique (10) possède des moyens de détermination de position lui permettant de réguler la position du ou des actionneurs d'approche (20).

10           9. Procédé de commutation d'un pôle dans un appareil électrique interrupteur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le mouvement de fermeture des contacts comprend une étape d'approche permettant le rapprochement du pont mobile (30) vers le ou les contacts fixes (41a,41b) à l'aide d'un actionneur d'approche (20) et comprend une étape de contact permettant l'établissement d'une pression de contact entre le ou les  
15           contacts mobiles (31a,31b) du pont mobile (30) et le ou les contacts fixes (41a,41b) du pôle à l'aide d'un actionneur d'effort (42a,42b).

20           10. Procédé de commutation d'un pôle selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le mouvement d'ouverture des contacts comprend une étape de coupure permettant la séparation entre le ou les contacts mobiles (31a,31b) du pont mobile (30) et le ou les contacts fixes (41a,41b) du pôle à l'aide de l'actionneur d'effort (42a,42b), puis une étape d'éloignement du pont mobile (30) à l'aide de l'actionneur d'approche (20).

25           11. Procédé de commutation d'un pôle selon la revendication 10, caractérisé par le fait que l'étape de coupure est effectuée lorsque le courant électrique circulant dans le pôle est inférieur à un seuil prédéterminé.



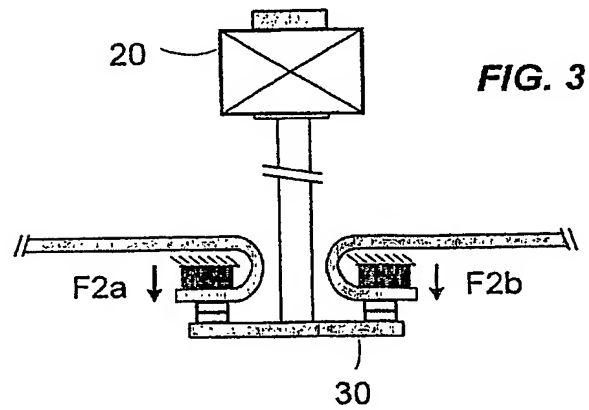
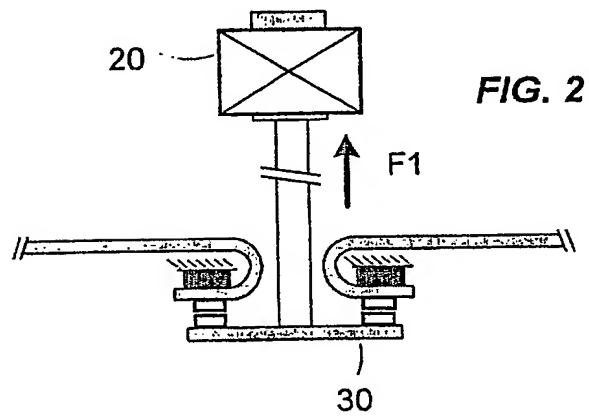
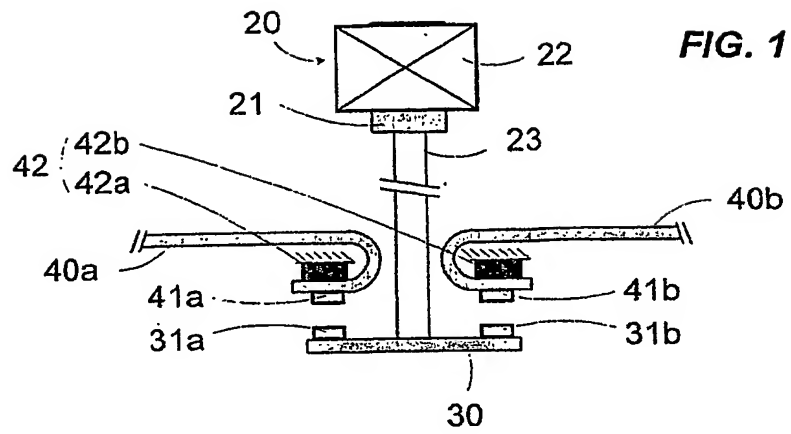


FIG. 4

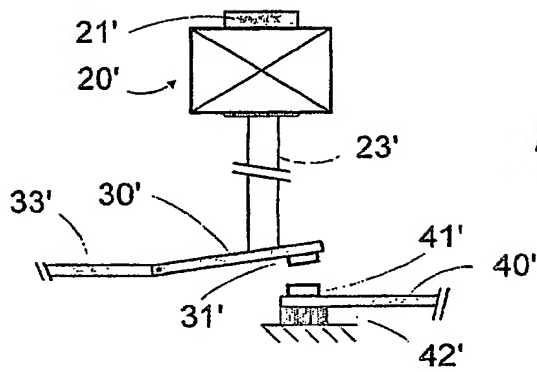
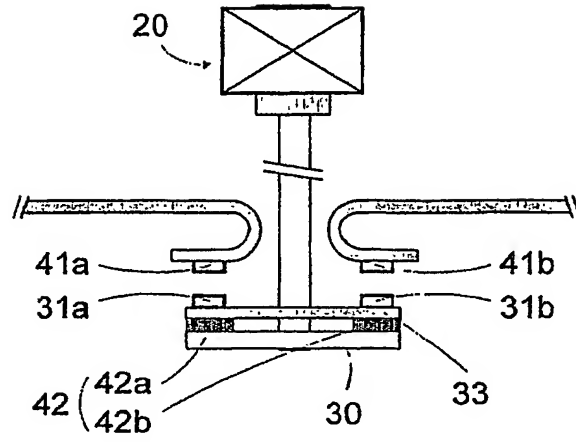
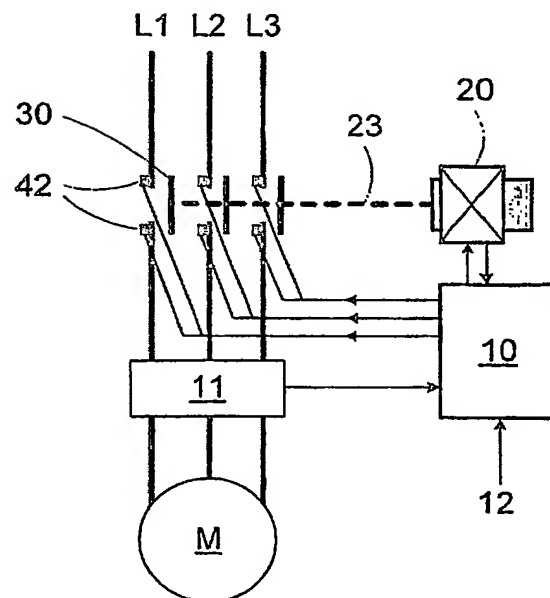


FIG. 5

FIG. 6





N° 11235\*01

**BREVET D'INVENTION,  
CERTIFICAT D'UTILITÉ****DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR**  
(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)**DEPARTEMENT DES BREVETS**26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

**TITRE DE L'INVENTION :**

Appareil électrique à actionneur piézoélectrique piloté.

**LE(S) SOUSSIGNÉ(S)**SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SA  
89, boulevard Franklin Roosevelt  
92500 RUEIL MALMAISON  
France**DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S)** (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique)Christian BATAILLE  
4 Square Molière  
78180 MONTIGNY-LE-BRETONNEUX  
FranceStéphane FOLLIC  
6, place de la gare  
95130 FRANCONVILLE  
France**NOTA :** A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire